

10/524523

PCT/EP

03/08548

**Europäisches
Patentamt****European
Patent Office****Office européen
des brevets**

REC'D 10 NOV 2003

WIPO

PCT

Bescheinigung**Certificate****Attestation**

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02018489.1

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk**BEST AVAILABLE COPY**



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

PCT/EP 03 / 08340

Anmeldung Nr:
Application no.: 02018489.1
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 16.08.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Gasturbinenbrennkammer

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

F23R/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

16. Aug. 2002

Gasturbinenbrennkammer

Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenbrennkammer mit einem
5 durch einen Mannlochdeckel verschließbaren Mannloch als Zugang zu einem Brennkammerinnenraum.

Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der
10 Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Brennkammer verbrannt, wobei von einem Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Das in der Brennkammer durch die Verbrennung des Brennstoffs erzeugte, unter
15 hohem Druck und unter hoher Temperatur stehende Arbeitsmedium wird dabei über eine der Brennkammer nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend entspannt.

Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur
20 erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades lässt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Austrittstemperatur erreichen, mit der das Arbeitsmedium aus der Brennkammer ab- und in die
25 Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200 °C bis 1300 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

Eine im Betrieb der Gasturbine diesen Temperaturen ausgesetzte Brennkammer sollte, beispielsweise zu Inspektionszwecken, von innen zugänglich sein. Aus der DE 199 24 607 A1 ist eine Gasturbine mit einer Brennkammer bekannt, die zumindest einen Teilbereich aufweist, der über einen Mannlochzugang prüfbar ist. Aus der DE 198 09 568 A1 ist eine Gasturbine mit einer Ringbrennkammer bekannt, wobei ein Zugang
35 (Mannloch) in den Flammraum vorgesehen ist, durch den eine Person in den Flammraum gelangen kann. Häufig wird jedoch,

insbesondere bei Gasturbinen mit hohen Verbrennungstemperaturen von 1.200°C bis 1.300°C, auf ein Mannloch in der Brennkammer verzichtet, da dieses den dort herrschenden thermischen Belastungen nicht standhalten würde oder zumindest die Dichtigkeit der Brennkammer nicht gewährleisten könnte. Dies gilt insbesondere für mit Brennkammerinnenverkleidungen, sogenannten Linern, ausgerüstete Brennkammern. Um einen Einstieg einer Person in die Brennkammer zu ermöglichen sind daher äußerst aufwändige Demontagearbeiten erforderlich.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbinenbrennkammer anzugeben, die für eine Gasturbine mit besonders hoher Verbrennungstemperatur geeignet ist und einen einfachen Einstieg einer Person ermöglicht.

15

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbinenbrennkammer mit den Merkmalen des Anspruches 1. Dabei weist die Gasturbinenbrennkammer ein Mannloch als Zugang zu einem Brennkammerinnenraum auf, welches mit einem Mannlochdeckel verschließbar ist, wobei dieser einen Innenkühlraum aufweist. Der Innenkühlraum, d.h. der Kühlraum innerhalb des Mannlochdeckels, ermöglicht eine gezielte Kühlung des den Brennkammerinnenraum abschließenden Mannlochdeckels. Der Mannlochdeckel ist daher auch unter hohen thermischen Belastungen im Brennkammerinnenraum nutzbar, ohne sich in unzulässigem Ausmaß zu verformen. Ein dichter Verschluss des Brennkammerinnenraums durch den Mannlochdeckel ist in allen Betriebszuständen gewährleistet.

20

25

30

35

Vorzugsweise ist zusätzlich zum Mannlochdeckel auch die Brennkammerwandung, zumindest in einem thermisch besonders hoch belasteten Bereich der Gasturbinenbrennkammer, innenkühlbar. Die Brennkammerwandung weist hierbei einen sogenannten Wandungskühlraum auf. Vorzugsweise ist der Innenkühlraum des Mannlochdeckels strömungstechnisch, beispielsweise mittels Verbindungsleitungen, mit dem Wandungskühlraum der Brennkammerwandung verbindbar. Damit sind auf einfache Weise

an den verschiedenen Bauteilen, die den Brennkammerinnenraum einschließen, insbesondere dem Mannlochdeckel sowie der diesen umgebenden Brennkammerwandung, zumindest ähnliche thermische Bedingungen herstellbar.

5

Eine strömungstechnische Verbindung zwischen dem Innenkühlraum des Mannlochdeckels und dem Wandungskühlraum der Brennkammerwandung ist nach einer bevorzugten Ausgestaltung auf besonders einfache Weise direkt durch Einsetzen des Mannlochdeckels in das Mannloch herstellbar. Damit ist insbesondere erreichbar, dass der Wandungskühlraum der Brennkammerwandung ohne Querschnittsminderung in den Innenkühlraum des Mannlochdeckels übergeht. Vorzugsweise bildet die gesamte Wandung der Gasturbinenbrennkammer einschließlich Mannlochdeckel einen

10

15

homogenen Kühlraum.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Mannlochdeckel oder zumindest ein Deckeleinzelteil des Mannlochdeckels, beispielsweise eine Deckelinnenverkleidung, die den Innenkühlraum des Mannlochdeckels zum Brennkammerinnenraum hin abschließt, durch ein Befestigungselement zum Brennkammerinnenraum hin abgestützt, wobei dieses Befestigungselement zugleich ein dem Mannlochdeckel benachbartes Innenverkleidungselement an der Brennkammerwandung hält. Durch diese Mehrfachfunktion des Befestigungselementes ist eine Minimierung der

20

25

Anzahl an Befestigungselementen in der Brennkammer ermöglicht.

Das Befestigungselement ist im Querschnitt bevorzugt zumindest im Wesentlichen U-förmig ausgebildet, wobei ein erster U-Schenkel das Deckeleinzelteil des Mannlochdeckels abstützt und ein zweiter U-Schenkel das Innenverkleidungselement an der Brennkammerwandung hält. Das gesamte Befestigungselement weist vorzugsweise die Form einer Schiene auf. Durch die Ausbildung des Befestigungselementes als U-Schiene weist dieses

30

35

sowohl eine ausreichende Stabilität als auch Elastizität auf.

Das Befestigungselement ist bevorzugt derart an der Brennkammerwandung gehalten, dass ein Teilstück, insbesondere ein U-Schenkel, des Befestigungselementes in das Mannloch ragt und dort die Deckelinnenverkleidung des Mannlochdeckels zum Brennkammerinnenraum hin abstützt, und - ohne Lösung des Befestigungselementes - der Mannlochdeckel vom Mannloch abnehmbar ist. Dies hat den Vorteil, dass sämtliche Befestigungselemente, die sowohl die Innenverkleidungselemente als auch die Deckelinnenverkleidung an der Brennkammerwandung bzw. dem Mannlochdeckel halten, nur einmalig befestigt werden müssen und ein Einstieg in die Gasturbinenbrennkammer durch das Mannloch ohne Entfernung eines dieser Befestigungselemente möglich ist.

Der Vorteil der Erfindung liegt insbesondere darin, dass der Mannlochdeckel aufgrund eines Innenkühlraums hohen thermischen Belastungen standhält, wobei ein sehr einfaches Abnehmen des Mannlochdeckels einschließlich dessen Innenkühlraums vom Mannloch ermöglicht ist.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,
FIG 2 ausschnittsweise im Querschnitt die Gasturbinenbrennkammer der Gasturbine nach FIG 1.

Gleiche Teile sind in beiden Figuren mit den selben Bezugszeichen versehen.

Die Gasturbine 1 gemäß FIG 1 weist einen Verdichter 2 für Verbrennungsluft, eine Brennkammer oder Gasturbinenbrennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Generators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit der auch der Generator bzw. die

Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist.

Die Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur
5 Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs be-
stückt. Sie ist weiterhin an ihrer Innenwand oder Brennkam-
merwandung 23 mit Innenverkleidungselementen 25 versehen.

Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8
10 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 12 auf. Die Laufschau-
feln 12 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 8 angeordnet
und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiter-
hin umfaßt die Turbine 6 eine Anzahl von feststehenden Leit-
15 schaufeln 14, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von
Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 16 der Turbine 6 be-
festigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb
der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6
durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen
20 hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen
jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gese-
hen aufeinander folgenden Laufschaufelreihen oder Laufschau-
felkränzen. Ein aufeinander folgendes Paar aus einem Kranz
von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus
einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe
25 wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß 19 be-
zeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen
Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wandele-
30 ment angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch
vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Be-
grenzung eines Heißgaskanals für das die Turbine 6 durchströ-
mende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in
analoger Weise über einen auch als Plattform 18 bezeichneten
35 Schaufelfuß 19 an der Turbinenwelle 8 befestigt, wobei der
Schaufelfuß 19 jeweils ein entlang einer Schaufelachse er-
strecktes profiliertes Schaufelblatt 20 trägt.

Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattfor-
men 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufel-
reihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der
5 Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungs-
rings 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durch-
strömenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Rich-
tung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden Lauf-
schaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen be-
10 nachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 21
dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innen-
wand 16 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen
Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende
heiße Arbeitsmedium M schützt.

15 Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist
die Gasturbine 1 für eine vergleichsweise hohe Austrittstem-
peratur des aus der Brennkammer 4 austretenden Arbeitsme-
diums M von etwa 1200 °C bis 1300 °C ausgelegt. Um dies zu
20 ermöglichen, ist die Brennkammerwandung 23 innengekühlt.
Hierbei strömt Verbrennungsluft im Gegenstrom zum Arbeitsme-
dium M, d.h. den Verbrennungsgasen, zwischen der Brennkammer-
wandung 23 und den an dieser befestigten, den Brennkammerin-
nenraum 24 umgebenden Innenverkleidungselementen 25 durch
25 einen Wandungskühlraum 26 zu den Brennern 10. Durch diese
Brennraumkühlung wird gleichzeitig in gewollter Weise die
Verbrennungsluft erhitzt.

Die FIG. 2 zeigt ausschnittsweise im Querschnitt die Brennkam-
30 merwandung 23 mit einem Mannloch 27, in welches ein Mannloch-
deckel 28 eingesetzt ist. Der Mannlochdeckel 28 weist ein
Deckeloberteil 29 auf, welches vergleichbar der Brennkammer-
wandung 23 ausgebildet ist, sowie eine Deckelinnenverklei-
dung 30. Zwischen dem Deckeloberteil 29 und der Deckelinnen-
35 verkleidung 30, welche jeweils auch als Deckeleinzelteile be-
zeichnet werden, ist ein Innenkühlraum 31 des Mannloch-
deckels 27 eingeschlossen. In entsprechender Weise ist zwi-

schen der Brennkammerwandung 23 und einem an dieser befestigten Innenverkleidungselement 25 ein Wandungskühlraum 26 eingeschlossen. Der Innenkühlraum 31 des Mannlochdeckels 27 ist mit dem Wandungskühlraum 26 der Brennkammerwandung 23 derart verbunden, dass die Verbrennungsluft ungehindert, senkrecht zur dargestellten Ebene, strömen kann.

Das Deckeloberteil 29 weist an dessen Rand einen Vorsprung 33 auf, mit dem dieses in eine korrespondierende Haltevertiefung 34 der Brennkammerwandung 23 einsetzbar ist. Der Mannlochdeckel 28 hat insgesamt eine rechteckige Grundform. Das Deckeloberteil 29 sowie die Brennkammerwandung 23 sind im Bereich der Verbindung zwischen diesen beiden Bauteilen, d.h. im Bereich des Vorsprungs 33 bzw. der Haltevertiefung 34 zur Erhöhung der Stabilität zum Brennkammerinnenraum 24 hin verdickt ausgebildet. Im verdickten oder verstärkten Bereich 35 des Deckeloberteils 28 weist dieses eine Anlagefläche 36 auf, auf welcher die Deckelinnenverkleidung 30 mit einem Innenverkleidungsrand 37 aufliegt. Der Innenverkleidungsrand 37 ist, anschließend an eine Innenverkleidungshauptfläche 38, einstückig mit dieser und von dieser aus abgekröpft ausgebildet. In analoger Weise liegt an einer Anlagefläche 39 eines verstärkten oder verdickten Bereiches 40 der Brennkammerwandung 23 ein Verkleidungsrand 41 des Innenverkleidungselementes 25 an.

Der Mannlochdeckel 28 wird zur Brennkammeraußenseite 42 hin durch eine nicht dargestellte Befestigungsvorrichtung abgestützt. Sowohl die Deckelinnenverkleidung 30 als auch das Innenverkleidungselement 25 werden zum Brennkammerinnenraum 24 hin durch ein als U-Schiene ausgebildetes Befestigungselement 43 abgestützt. Hierbei liegt ein erster U-Schenkel 44 am Innenverkleidungsrand 37 des Mannlochdeckels 27 und ein zweiter U-Schenkel 45 am Verkleidungsrand 41 des Innenverkleidungselementes 31 an. Die U-Schenkel 44,45 werden auch als Teilstücke des Befestigungselementes 43 bezeichnet. Zur Abstützung des Mannlochdeckels 27 zum Brennkammerinnenraum 24

hin sind damit insgesamt lediglich zwei Befestigungselemente 43 erforderlich. Die Befestigungselemente 43 sind mit Schrauben 46, welche in den verstärkten Bereich 40 der Brennkammerwandung 23 eingreifen, an dieser gehalten.

5

Die Schrauben 46 sind vom Brennkammerinnenraum 24 aus in die Brennkammerwandung 23 eingeschraubt. Eine zusätzliche Befestigung des Innenverkleidungselementes 31 am verstärkten Bereich 40 ist nicht erforderlich. Das mit den Schrauben 46 an der Brennkammerwandung 23 gehaltene U-förmige Befestigungselement 43 ist ausreichend, um sowohl das Innenverkleidungselement 25 an der Brennkammerwand 23 zu halten als auch die Deckelinnenverkleidung 30 zum Brennkammerinnenraum 24 hin abzustützen. Die auch als Liner bezeichneten Verkleidungen 25,30 sind durch das Befestigungselement 43 abgedichtet. Ein Entweichen von Kühlluft im Bereich des Befestigungselementes 43 ist ausgeschlossen. Soweit am Innenverkleidungsrand 37 oder am Verkleidungsrand 41 Kühlluft aus dem Wandungskühlraum 26 beziehungsweise dem Innenkühlraum 31 austreten würde, würde diese ausgetretene Kühlluft durch das U-förmige Befestigungselement 43 gehindert, in den Brennkammerinnenraum 24 einzuströmen. Dagegen kann diese durch das U-förmige Befestigungselement 43 zurückgehaltene Kühlluft ungehindert längs des als Schiene ausgebildeten Befestigungselementes 43 zu den Brennern 10 strömen.

Ein Entfernen des Befestigungselementes 43 oder ein Lösen der Schrauben 46 ist zur Entfernung des Mannlochdeckels 27 vom Mannloch 27 nicht erforderlich. Dies ist ermöglicht durch die Verhakungskonfiguration, mit der die Befestigungselemente 43 die Innenverkleidungselemente 25 sowie die Deckelinnenverkleidung 30 zum Brennkammerinnenraum 24 hin abstützen. Das Befestigungselement 43 überbrückt bei mit dem Mannlochdeckel 28 verschlossener Brennkammer 4 den Zwischenraum zwischen dem Innenverkleidungsrand 37 des Mannlochdeckels 27 und dem Verkleidungsrand 41 des Innenverkleidungselementes 31, so dass das heiße Arbeitsmedium M nicht vom Brennkammerinnenraum 24

aus an die Brennkammerwandung 23 oder das Deckeloberteil 29
gelangt. Die Brennkammer 4 ist damit einschließlich des Mann-
lochdeckels 28 vollständig innenverkleidet.

Patentansprüche

1. Gasturbinenbrennkammer (4) mit einem durch einen Mannloch-
deckel (28) verschließbaren Mannloch (27) als Zugang zu einem
5 Brennkammerinnenraum (24), g e k e n n z e i c h n e t
d u r c h einen Innenkühlraum (31) des Mannlochdec-
kels (28).
2. Gasturbinenbrennkammer (4) nach Anspruch 1, g e k e n n -
10 z e i c h n e t d u r c h einen Wandungskühlraum (26) einer
Brennkammerwandung (23).
3. Gasturbinenbrennkammer (4) nach Anspruch 2, d a d u r c h
15 g e k e n n z e i c h n e t , dass der Innenkühlraum (31) des
Mannlochdeckels (28) strömungstechnisch mit dem Wandungskühl-
raum (26) der Brennkammerwandung (23) verbindbar ist.
4. Gasturbinenbrennkammer (4) nach Anspruch 3, d a d u r c h
20 g e k e n n z e i c h n e t , dass der Innenkühlraum (31) des
Mannlochdeckels (28) durch Einsetzen des Mannlochdeckels (28)
in das Mannloch (27) direkt mit dem Wandungskühlraum (26) der
Brennkammerwandung (23) verbindbar ist.
5. Gasturbinenbrennkammer (4) nach einem der Ansprüche 2
25 bis 4, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h ein Befesti-
gungselement (43), welches zumindest ein Deckeleinzel-
teil (29,30) des Mannlochdeckels (28) zum Brennkammerinnen-
raum (24) hin abstützt und zugleich ein dem Mannloch-
deckel (28) benachbartes Innenverkleidungselement (25) an der
30 Brennkammerwandung (23) hält.
6. Gasturbinenbrennkammer (4) nach Anspruch 5, d a d u r c h
35 g e k e n n z e i c h n e t , dass das Befestigungsele-
ment (43) im Querschnitt zumindest im Wesentlichen U-förmig
ausgebildet ist, wobei ein erster U-Schenkel (44) das Dec-
kelelement (29,30) abstützt und ein zweiter U-Schen-
kel (45) das Innenverkleidungselement (25) hält.

7. Gasturbinenbrennkammer (4) nach Anspruch 5 oder 6, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass ein Teilstück
(44,45) des Befestigungselementes (43) derart in das Mann-
5 loch (27) ragt, dass eine Deckelinnenverkleidung (30) des
Mannlochdeckels (28) zum Brennkammerinnenraum (24) hin abge-
stützt ist und der Mannlochdeckel (28) vom Mannloch (27) ab-
nehmbar ist.

Zusammenfassung

EPO - Munich
80
16. Aug. 2002

Gasturbinenbrennkammer

- 5 Eine Gasturbinenbrennkammer (4) weist ein durch einen Mannlochdeckel (28) verschließbares Mannloch (27) als Zugang zu einem Brennkammerinnenraum (24) auf. Das Mannloch (27) weist einen Innenkühlraum (31) auf und ist hierdurch thermisch besonders hoch belastbar.

10

FIG 2

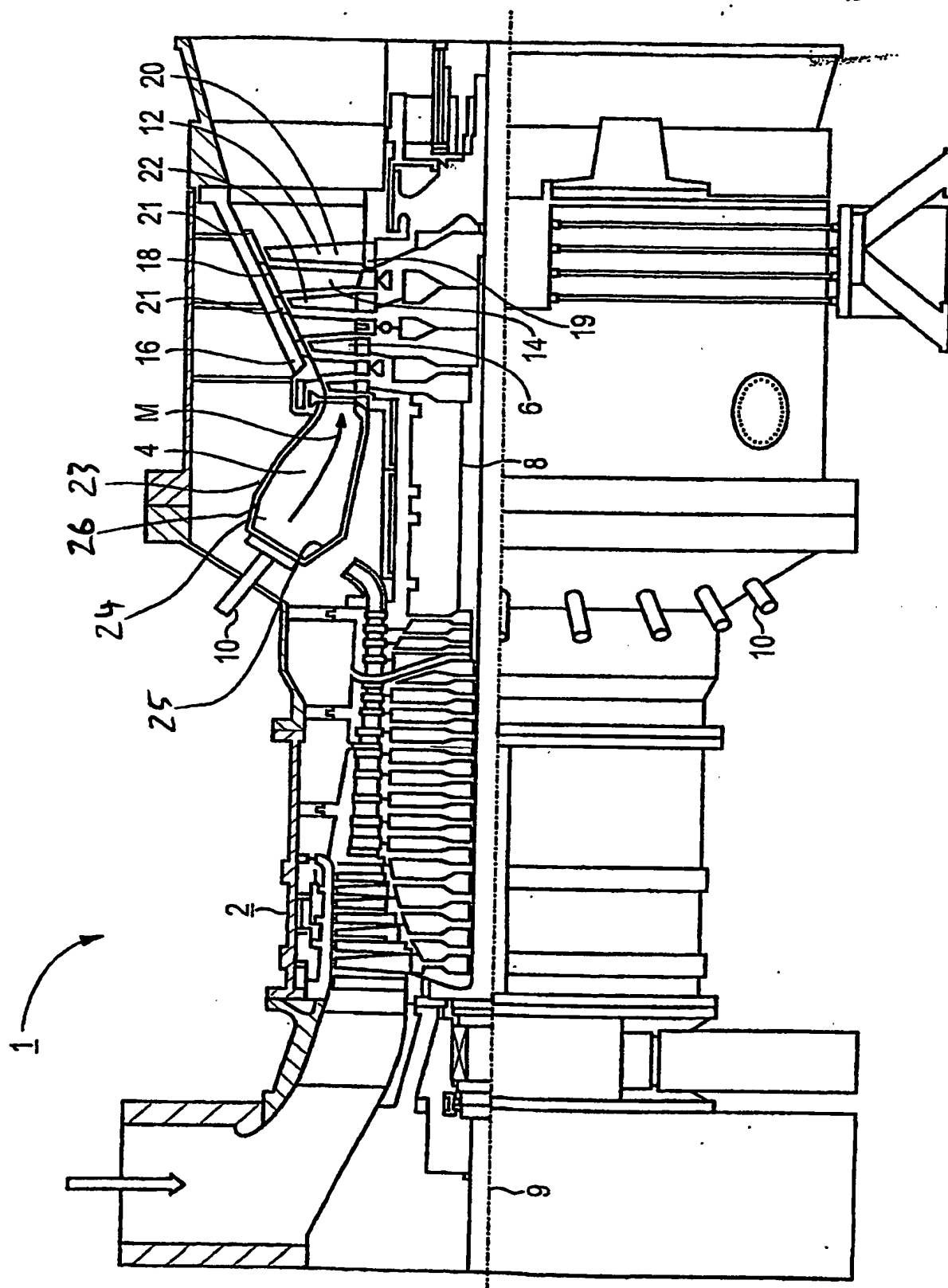


Fig. 1

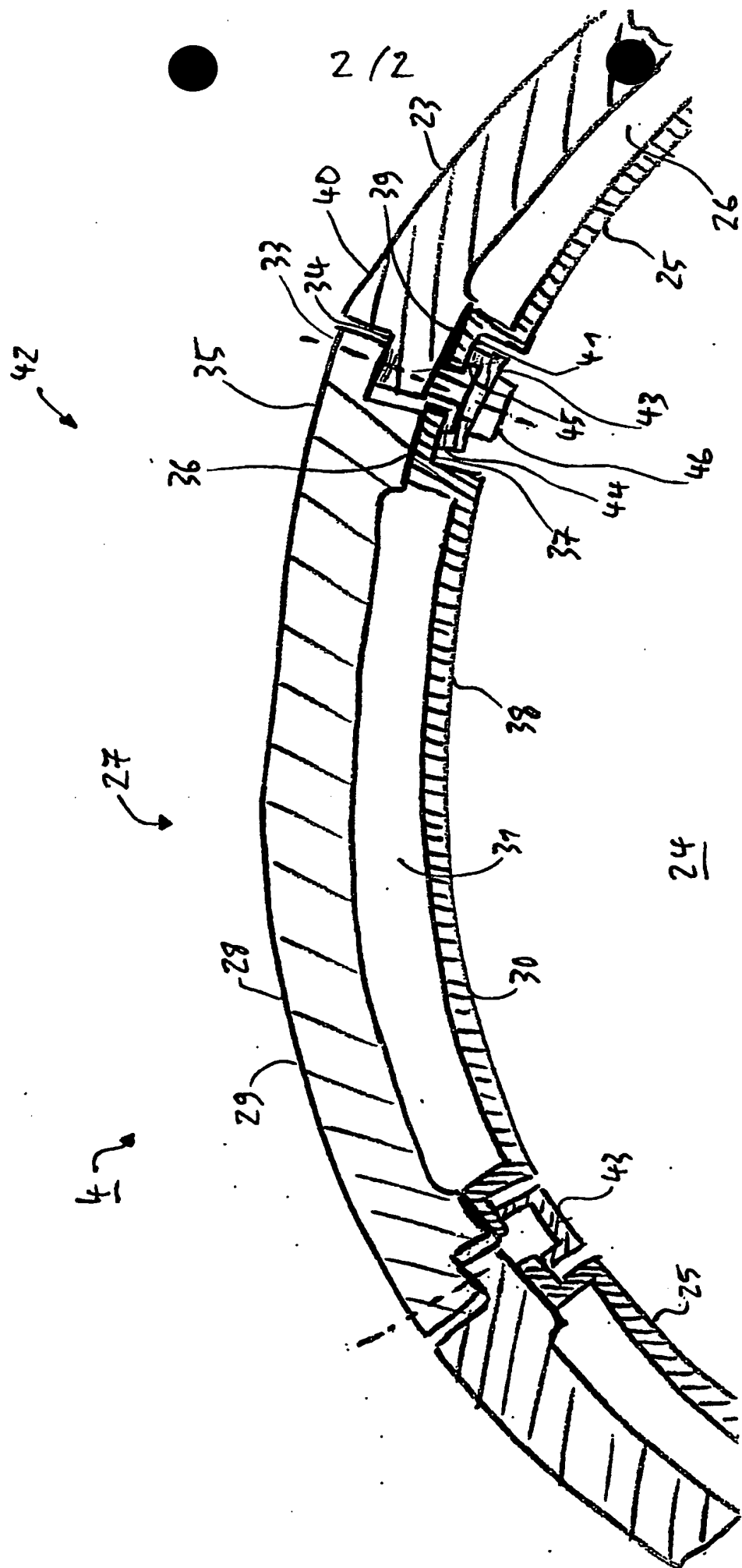


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.